

축구복 소재와 디자인이 인체생리반응과 주관적 감각에 미치는 영향

최정화 · 김소영 · 전태원*

서울대학교 생활과학대학 의류학과, *서울대학교 사범대학 체육교육과

Physiological Responses and Subjective Sensations of Human Wearing Soccer Wear of Different Materials and Designs

Jeong-Wha Choi · So-Young Kim · Tae-Won Jeon*

Dept. of Clothing and Textiles, College of Human Ecology, Seoul National University

*Dept. of Physical Education, College of Education, Seoul National University

(2004. 3. 30. 접수)

Abstract

The purpose of this study was to evaluate thermal properties of soccer wear with different materials and designs. As a beginning step, the questionnaire survey about the actual condition of soccer wears was conducted. With the results of the questionnaire, two soccer wears with new material and design that were improved in tactile sensations, absorption and ventilation were developed. We evaluated thermal and subjective responses of subjects wearing Korea national soccer team uniform in 1998 World Cup (Uniform98), soccer wear with new material and same design(New II) and with new material and new design(New I). New I was made with mesh in armhole for improving ventilation. Rectal temperature, skin temperature, clothing microclimate, and heart rate were measured in climatic chamber test(twelve times) and field test(eighteen times). The results were as follows. 1. As the results of the climatic chamber test, rectal temperature was lower in New I and New II than Uniform98, and mean skin temperature was lower in New I than Uniform98 and New II. Heart rate was lower in New I than New II, and total body weight loss and local sweating were not significantly different by soccer wears. 2. As the results of the field test, rectal temperature was lower in New I than Uniform98 and New II. Mean skin temperature was lower in New II than Uniform98 and New I. Clothing microclimate temperature was lower in New II than Uniform98 and New I, and clothing microclimate humidity was lower in New I, New II than Uniform98. Heart rate was lower in New I than Uniform98, New II and total body weight loss and local sweating were lower in New I, New II than Uniform98. In conclusion, New I using new design using mesh in armhole and new material using sweat absorbent finishing was excellent from the point of view of physical responses, ventilation and sweat absorption.

Key words: Soccer wear, Skin temperature, Rectal temperature, Heart rate, Thermal sensation; 축구복, 피부 온도, 직장 온도, 심박수, 한서 감각

본 연구는 한국과학재단 특정기초연구(R01-1999-00332)
지원으로 수행된 연구결과로서 연구비 지원에 감사 드립니다.

I. 서 론

축구는 11명의 선수로 구성된 두 개의 팀이 특별한 기구 없이 발 또는 머리를 이용해 공을 쳐서 상대편 골에 공을 쳐서 넣음으로써 득점을 겨루는 구기운동이다. 중강도와 낮은 강도의 긴 시간의 유산소 운동 중에 짧은 고강도의 활동들이 간헐적으로 포함된다. 축구의 운동 생리학적 요구를 고려할 때 심폐지구력 및 근지구력을 포함하는 전신 지구력은 가장 기본적이고, 중요한 체력 요소라 할 수 있다. 또한 킥(kick), 슈트(shoot), 태클(tackle), 헤딩(heading) 등 순간적으로 폭발하는 힘을 요구하는 동작, 격렬한 동작, 그리고 부상 방지 등을 위해서는 순발력, 근력 그리고 유연성 등의 체력 요소가 요구된다(이병일, 1997). 축구에서 주로 이용되는 운동 형태를 살펴보면, 조깅이 전체 운동 시간의 45%를 차지했으며, 걷기가 26%, 보통 달리기가 13%를 차지했다. 그 밖에, 옆으로 달리기, 뒤로 달리기, 최고 속도로 달리기 등의 운동 형태가 있었다(김기진, 1990). 이렇게 달리는 운동이 주를 이루는 축구에서, 1회 90분간 평균 이동 거리는 11 Km로 속도로 계산하면 평균 7.3Km/h에 해당한다. 그러나 이 수치만으로는 경기 중 선수들의 에너지 소모량을 반영할 수는 없다. 이 외에도 가속, 방향 전환, 감속, 점프 등 더 많은 에너지를 요구하는 동작들이 있기 때문이다(Bangsbo, 1993).

이렇듯 운동 경기 시간이 긴 지구적인 운동의 경우에 일반적으로 체온 상승은 운동 능력을 저하시키는 원인이 되므로 운동 중에 생체에 걸리는 열부하가 가능한 한 적게 되도록 열 방산을 촉진할 수 있도록 흡수한 속건의 기능을 가진 소재와 디자인을 적절히 조합한 스포츠웨어가 요구된다(권오경, 1998). 킥, 슈트, 태클, 헤딩 등 순간적으로 폭발하는 힘을 요구하는 동작, 격렬한 동작 등도 많기 때문에 이러한 동작들을 구속하지 않는 의복이어야 한다. 또한, 국제적으로 인지도가 높은 축구 경기에 있어서 선수들 유니폼의 기능과 디자인은 그 나라 스포츠웨어의 경쟁력, 나아가

국가의 경쟁력을 나타낼 수 있는 매개체임을 인식하고, 국가의 고유한 상징성 즉, 한국적 이미지와 스피드와 힘, 당당함을 표현하는 디자인, 심리적으로도 경기 분위기를 장악할 수 있는 시각적 전술을 구가하는 디자인이 필요하다.

현재 축구와 관련된 논문은 축구의 운동 생리학, 역학, 스포츠 마케팅 등과 관련된 논문들이 주를 이루며, 축구복과 관련된 연구는 거의 없다.

이에 선행 연구에서는 설문 조사 및 문헌 조사를 통해 문제점을 파악하고, 본 연구에서는 이를 개선해서 선수들의 운동 기능성을 향상시키기 위해서 기존의 대표팀 축구복(Uniform 98)과 연구팀에서 개발한 소재를 이용하여(최정화, 2000) 디자인한 축구복 2종(New I, New II)을 인공 기후실 실험과 필드 실험을 통해 그 착용 성능을 비교 평가해보고자 한다.

기능성 축구복을 평가하고자 할 때에는 우선 소재 차원에서의 평가가 이루어져야 하며, 다음으로는 인체 착용 실험을 거쳐 평가를 해야 한다. 소재 차원에서 아무리 우수한 제품이라도 그 구성 방법에 따라 실제로 만들어진 축구복을 사람이 착용하고 경기에 임했을 때에는 여러 가지 복잡한 변수들이 작용하게 된다. 따라서, 최대한 실제의 경기 상황을 시뮬레이션 할 수 있는 실험 과정을 거쳐, 비교하고자 하는 요소 이외의 환경 요소를 컨트롤하고자 인공 기후실에서 인체 착용 실험을 실시했다. 아울러 실제 현장인 필드에서의 착용 실험을 통해 성능 평가 결과를 확인했다.

II. 실험 방법

1. 인공 기후실 착용 실험

1) 피험자

실험 경과에 따른 숙련 정도가 인체에 미치는 영향을 배제하기 위해, 체육교육과에 재학 중이며 운동을 정기적으로 실시한 건강한 남자 두 명을 본 실험에 피험자로 참가하도록 했으며, 각 피험자의 신체적 특

Table 1. Physical Characteristics of Subjects

Subject	Height(cm)	Weight(kg)	Age(year)	BSA(m ²)*	
L.G.I	176.3	71.1	26	1.89	chamber test field test
K.Y.S	178.9	66.3	27	1.85	
C.J.M	177.4	73.3	27	1.92	field test

*BSA(m²)=weight^{0.425} × height^{0.725} × 72.46(by Takahira)

정은 <Table 1>과 같다. 세 가지 축구복에 대해 각 피험자가 2회 반복 실험(축구복 3종×2인×2반복=12회)을 실시하였다.

2) 인공 기후실 환경 조건

봄·가을철 외기 환경을 기준으로 인공 기후실의 온도와 습도를 24±1°C, 55±5%RH로 설정하였다.

3) 실험 의복

착용감이 우수한 기능성 축구복을 만들기 위해서는 축구복의 소재와 구성의 측면에서 접근해 볼 수 있을 것이다. 먼저 소재 면에서 살펴본 선행 연구(최정화, 2000)에 따르면 경기용 축구복으로는 극세사 폴리에스테르 섬유를 사용한 흡한 속건 소재들이 천연 섬유인 면보다 흡수력이 뛰어나고 동시에 수분을 빨리 방출하여 건조되므로 적합하다. 동작적응능과 촉감이 우수한 편성물이 적합하며 조직에 요철이 있는 경우보다는 매끈한 경우가 피부 면의 땀을 더 빨리 흡수하므로 피부 면에 닿는 곳은 매끈한 조직이 더 알맞다. 온열 쾌적감에 관련하여 보면 조직이 요철이 있을 경우 접촉면적이 작을 때 더 온감을 가져 착용자가 더 편안히 느낄 수 있으나 수분 전달력은

떨어질 가능성이 있다고 보고하였다. 이에 본 연구에서는 위의 연구 결과 축구복 소재로 제안한 소재를 이용하여 기존의 축구복과 비교하였다. 이 소재와 대표팀 축구복의 소재에 대한 특징은 <Table 2>에 제시하였다. 또한 설문조사 결과 선수들이 의복의 통기성을 높이기를 희망하여(김민자, 박주희, 2002), 겨드랑이 부위에 망사조직을 댄으로써 장시간의 운동과 과다한 운동량으로 인해 발생하는 발한과 체온상승을 억제시켜 열적 쾌적성을 유지할 수 있도록 디자인 한 축구복도 비교했다.

따라서, 본 연구에서는 1998년도 프랑스 월드컵에서의 국가대표팀 축구복(Uniform 98)과 흡한속건 가공을 통해 투습성을 높인 시료를 이용하여 디자인 한 2종의 축구복(New I, II)을 비교실험하였다. 실험에 사용한 세 종류의 축구복 디자인은 <Fig. 1>과 같다. New I은 겨드랑이 부분에 망사조직(mesh)을 처리해 통풍이 잘 되도록 한 디자인이며, New II는 기존의 축구복과 디자인은 같고 소재만 다른 것이다. 하의의 디자인은 3종 모두 동일하다.

4) 실험과정 및 측정항목

실험과정은 먼저, 30분 동안 안정한 후 45분 동안

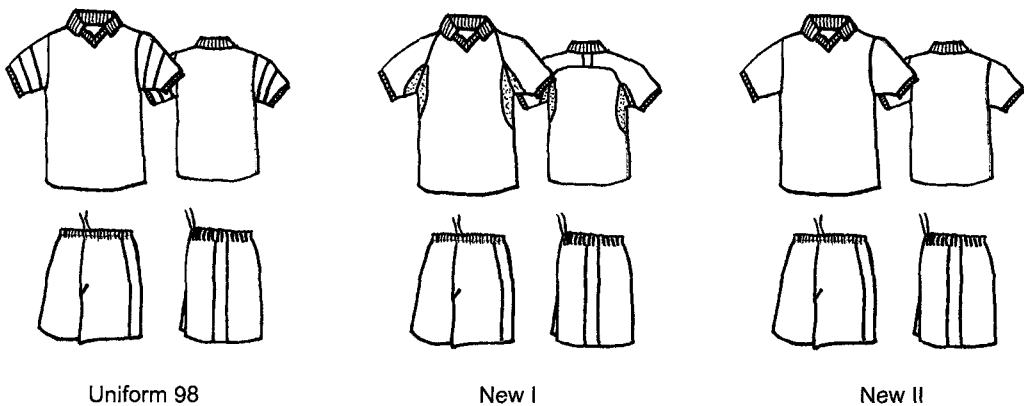


Fig. 1. Schematic of Experimental Clothes

Table 2. Characteristics of Experimental Clothes

Sample	Component(%)	Weave	Fiber component		Weight (g/m ²)	Density (inch)	Thickness (mm)
			Front	Back			
Uniform98 shirt	100%PET	interlock	PET140/200F	PET70/100F	192.00	37×54	0.0594
Uniform98 pants	100%PET	plain	-	-	221.92	116×120	0.0504
New I, II	100%PET	interlock	PET65/204F (Bright yarn)	ACS75/36 (texture)	130.00	44×37	0.0464

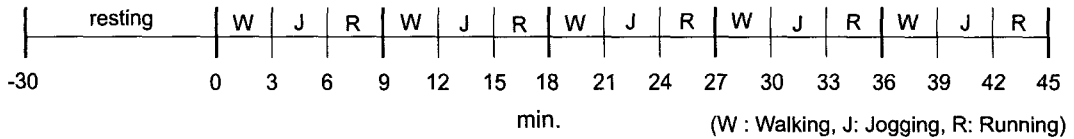


Fig. 2. Experimental Procedure of Climatic Chamber Test

(축구경기 총 90분 중 전반전에 해당하는 시간) 운동을 실시했다. 운동은 축구 경기 시 주로 이루어지는 walking, jogging, running으로 구성되었다. 트레드밀에서 walking(VO_2 max 40%에 해당), jogging(VO_2 max 60%에 해당), running(VO_2 max 80%에 해당)을 각 단계 3분씩 총 5회 반복하도록 하였다. 운동을 하는 45분 동안 휴대용 피부 온도 측정기(LT 8A, Gram Corp., Japan)로 6부위의 피부 온도(이마, 가슴, 배, 아래팔, 넓적다리, 종아리)와 직장 온도를 측정하고, 휴대용 자동 온·습도 기억장치(Thermo Recoder RS-10, Tabai Espec Corp., Japan)로 가슴 부위 의복내 온도를, 심박수 측정기(Polar Sports Tester, Polar Electro INC, FINLAND)로 심박수를 측정하였다. 평균 피부 온도는 인체의 안분비율에 의해(이순원 외, 2002) 계산하였다. 총발한량은 운동 전후의 체중 차이를 이용하여 계산하였고, 가슴, 등, 위팔, 넓적다리의 국소 발한량은 여과지법을 이용하였다. 주관적 감각은 3분 간격으로 응답하도록 하였으며, 내용은 한서감(7단계), 습윤감(7단계), 쾌적감(4단계)이었다.

2. 필드 착용 실험

1) 피험자

운동의 숙련도의 영향을 배제하기 위하여 체육교육학과에 재학 중인 운동을 정기적으로 실시하고 있는 건강한 남자 세 명이 참가토록 하였으며, 각 피험자의 신체적 특징은 <Table 1>과 같다. 세 가지 축구복에 대해 각각 2회 반복 실험(축구복 3종×3인×2반복)을 하여 총 18회의 실험 결과를 분석하였다.

2) 필드 착용 실험 환경 조건 및 실험 의복

본 실험은 9월~10월에 실시하였으며, 이 때의 환경 온은 $18 \pm 2^\circ C$, 습도는 $55 \pm 5\%RH$ 였다. 실험의복은 위의 인공 기후실 실험 시와 동일하다.

3) 실험 과정 및 측정 항목

실험은 45분 동안 진행되었으며, 세 명의 피험자가

삼각형으로 서서 3각 패스를 5분간 실시한 후, 한 사람씩 공을 드리블해서 슈팅하는 동작을 계속 반복하였다. 측정 항목은 피부 온도, 직장 온도, 심박수, 발한량이었으며, 그 방법은 위의 인공 기후실 실험 시와 동일하다. 운동 중 각 축구복에 관한 주관적 평가는 운동 후에 기록하도록 하였다.

4. 자료분석 방법

각 측정항목에 대해 SAS(Statistic analysis Systems)통계패키지를 이용하여 GLM(Generalized Linear Model) 분석으로 유의 검정을 한 후, 유의한 항목에 대해서는 Duncan의 다중검정을 실시하였다. 주관적 반응에 대해서는 비모수기법(카이제곱 분석)을 이용하여 유의차를 검정하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 인공 기후실 실험 결과

1) 직장 온도

실험 의복별 직장 온도 변화는 <Fig. 3>과 같다. 직장 온도는 피부 온도보다 외부환경의 영향을 덜 받기 때문에, 온도변화폭도 작을뿐더러, 운동 강도에 따라 상승과 하강을 반복한 피부 온도와는 달리 운동시작

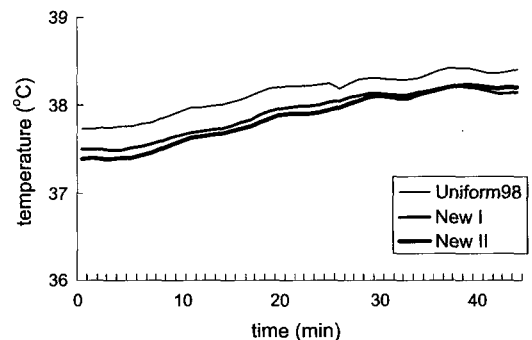


Fig. 3. Changes of Rectal Temperature(Climatic chamber test)

직후부터 지속적으로 상승하는 경향을 보였다. 직장 온도 상승폭에서는 세 종류 축구복 착용 시 모두 0.7°C씩 상승했다(Table 3). 심부 온도의 한계온도는 운동 시 40~41°C(Shepard et al., 1968)라고 알려져 있다. 본 연구에서는 심부 온도가 37~39°C로 열적응 차원에서 위험하지 않은 수준이었으며, 이는 VO₂ max 60%로 30분간 운동 했을 때의 직장 온도 범위와 비슷했다(남상남, 1995). 이미경 외(1998)는 에어로빅 복의 소재 차이에 따른 착용감을 비교한 실험에서 직장 온도가 37.1~38.9°C범위로 상승하여 본 연구와 비슷한 결과를 나타냈으며, 소재 간에 유의차를 나타내지 않은 결과도 본 연구결과와 일치했다. 또한 남상남(1994)은 본 연구에서의 환경보다 4°C 낮은 20°C에서 60%VO₂ max 수준의 운동을 한 연구 결과에서도 소재별로 직장 온도 차이는 나타나지 않았으며, 조지현, 류덕환(1999)도 20°C에서 본 연구와 비슷한 수준으로 조합된 운동 강도로 75분간 운동 시켰을 때 투습 방수 소재 스포츠 웨어 소재별로 직장 온도에서 유의한 차이가 없음을 보고한 바 있다.

2) 피부 온도

실험 의복별 평균 피부 온도의 변화는 <Fig. 4>와 같다. 운동 강도 변화와 함께 평균 피부 온도가 변하였는데, 그 변화 양상은 약간의 시간차를 두고 관찰되어, running 후의 walking 시 평균 피부 온도가 가장 높았다. 의복에 따른 차이를 살펴보면, New I(33.2 ± 0.2°C)이 Uniform 98(33.3 ± 0.2°C), New II(33.6 ± 0.2°C)보다 유의하게 낮은(p<.001) 평균 피부 온도를 나타냈으며 Uniform 98과 New II 사이에는 유의한 차이가 나타나지 않았다(Table 3).

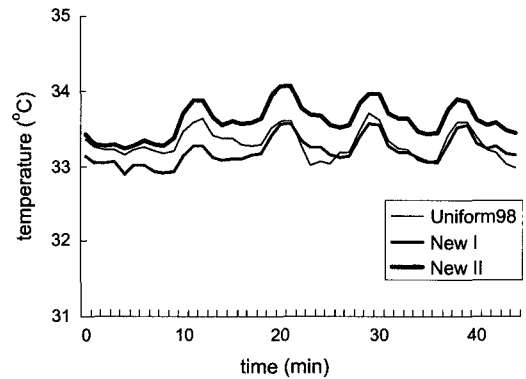


Fig. 4. Changes of Mean Skin Temperature(Climatic chamber test)

일반적으로 땀이 증발되는 과정에서는 열이 필요하므로 피부표면으로부터 증발에 필요한 열이 흡수되기 때문에 피부 온도가 내려가는 현상이 발생한다. 온도의 차이가 클수록 증발이 더욱 신속하게 일어나며, 증발량이 많아질수록 피부 온도가 더욱 떨어지게 된다. Uniform 98과 New II는 동일한 디자인에 소재만 달랐는데, 피부 온도에서 의복간에 유의한 차이가 나타나지 않았다. 이 결과는 의복의 소재 차이에 의해서는 피부 온도 차이가 나타나지 않았다는 선행연구(조지현, 류덕환, 1999; 남상남, 1999) 결과와도 일치했다. 그러나, 청바지 소재에 의해 운동시 피부 온도가 차이 난다는 홍문경 외(2001)의 결과와는 달랐다. 한편, New I는 동일한 소재이나 디자인이 다른 New II보다 유의하게 낮은 피부 온도를 나타냈다. 이는 의복의 개구 면적과 개구부의 위치는 환기에 큰 영향을 미치고, 한쪽 개구보다 양쪽 개구가 더 큰 영

Table 3. Physiological Responses during the Chamber Test and Field Test

Test condition	Chamber test				Field test			
	Uniform 98	New I	New II	F-value	Uniform 98	New I	New II	F-value
ΔT _{re} (°C)	0.7	0.7	0.7	-	1.4	1.0	1.1	-
T _{sk} (°C)	33.4(0.2)	33.2(0.2)	33.6(0.2)	31.82***	30.7(0.6)	30.6(0.6)	30.2(0.5)	7.28***
T _{cl, chest} (°C)	29.8(0.5)	30.4(0.4)	31.6(0.6)	54.17***	26.3(1.0)	26.4(1.1)	25.3(1.4)	13.69***
H _{cl, chest} (%RH)	57(9)	53(9)	64(12)	39.54***	53(7)	45(7)	47(6)	17.79***
HR(bpm)	136(19)	134(20)	138(20)	3.25*	133(10)	127(9)	131(10)	8.69***
				χ ²				
Thermal Sensation	0.8(0.6)	1.0(0.6)	1.2(0.4)	22.79**				
Humidity Sensation	1.6(0.8)	1.7(0.8)	1.7(0.7)	6.14				
Thermal Comfort	1.0(0.6)	1.4(0.4)	1.4(0.4)	49.25***				

*p<.05, **p<.01, ***p<.001

향을 준다(추미선, 1998)는 선행연구 결과와 일치하여 겨드랑이 부위에 처리한 메쉬로 인해 증발이 신속히 이루어져, 피부 온도의 상승을 억제할 수 있었던 것으로 생각된다.

3) 의복내 기후

실험 의복별 가슴 부위 의복내 온도와 습도를 <Fig. 5>에 제시하였다. 가슴 부위 의복내 온도는 실험 의복별로 모두 유의한($p < .001$) 차이가 나서, Uniform 98($29.8 \pm 0.5^\circ\text{C}$), New I($30.4 \pm 0.4^\circ\text{C}$), New II($31.6 \pm 0.6^\circ\text{C}$)의 순으로 높아졌다(Table 3). 의복내 온도는 피부 온도와 같은 경향으로 운동 강도에 따라 약간의 상승과 하강이 반복되는 양상을 나타냈다. 변화양상은 New I이 Uniform 98과 New II보다 진동폭이 작은 특징을 나타냈다. 이는 New I이 겨드랑이 부위에 메쉬를 대서 통풍성을 증대시켜 운동 강도가 올라가 발한이 증가했을 때 다른 의복보다 빨리, 효율적으로 증발시켰기 때문이라 생각한다.

가슴부위 의복내 습도는 New I($53 \pm 9\%RH$), Uniform 98($57 \pm 9\%RH$), New II($64 \pm 12\%RH$)의 순으로 높아졌다($p < .001$). 위에서 설명한 바와 같이 New I은 겨

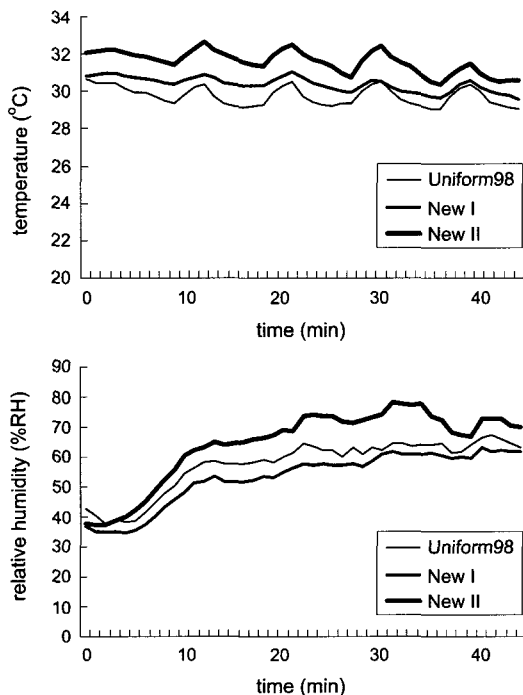


Fig. 5. Changes of Clothing Microclimate(Climatic chamber test)

드랑이 부위를 통해 땀이 신속히 공기 중으로 증발되므로 의복내 습도가 가장 낮았다.

4) 심박수

실험 의복별 심박수 변화는 <Fig. 6>과 같다. 심박수는 인체부담의 척도로서 운동 중에는 운동의 강도 및 훈련효과를 평가할 수 있는 기준이다. 따라서 본 실험에서는 Walking, Jogging, Running를 반복하는 동안 심박수는 상승과 하강을 반복하였으며, 그 범위는 89~162bpm이었다. 의복별 차이를 보면 New I이 New II보다는 유의하게 낮은 심박수를 보였다($p < .05$). 즉, 동일한 디자인에 소재만 다른 Uniform 98과 New II는 심박수에서 차이를 보이지 않았지만, 동일한 소재에 디자인만 다른 New I와 II에서는 차이를 보였다. 이는 소재차이가 운동 중 심박수에 영향을 미치지 않는다고 했던 선행 연구 결과(남상남, 1994)와 일치했으나, 형태차이도 운동 중 심박수에 영향을 미치지 않는다고 했던 선행 연구 결과(김광희, 박기호, 1999)와는 상반되는 결과였다. 김광희, 박기호(1999)는 긴소매와 반소매의 차이는 뚜렷하지 않다고 하였으나 본 연구에서는 소매길이는 동일하고 겨드랑이에 통풍성 증가를 위해 메쉬를 댄 것이 결과에 차이를 보였다.

5) 발한량

실험 의복에 따른 전신 발한량 및 가슴, 등, 위팔, 넓적다리의 국소 발한량 결과는 <Table 3>과 같다. 전신 발한량은 $800 \pm 10\text{g}/45\text{min}$, 등 부위 국소 발한량은 $1.68 \pm 0.11\text{mg}/45\text{min}/25\text{cm}^2$, 가슴 부위 국소 발한량은 $0.84 \pm 0.04\text{mg}/45\text{min}/25\text{cm}^2$, 윗팔의 국소 발한량은 $0.69 \pm 0.03\text{mg}/45\text{min}/25\text{cm}^2$, 넓적다리의 국소 발한량은 $0.59 \pm 0.07\text{mg}/45\text{min}/25\text{cm}^2$ 이었으며, 실험

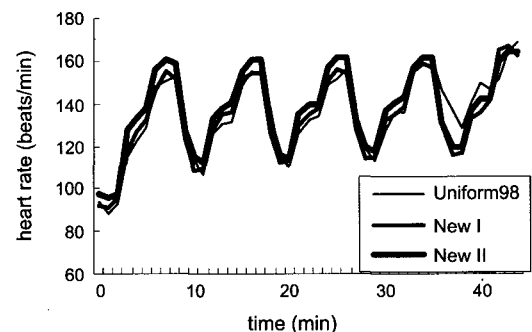


Fig. 6. Changes of Heart Rates(Climatic chamber test)

의복간에 유의한 차이는 없었다. 발한량은 체온상승과 비례하며, 체온상승을 막기 위한 가장 효과적인 방열 반응이다. 일반적으로 단위면적당으로 봤을 때 사지보다는 구간부에서 발한량이 많다고 알려져 있는데(Araki, 1985; 김광희, 박기호, 1999), 본 연구에서도 등, 가슴, 위팔, 넓적다리의 순이었다.

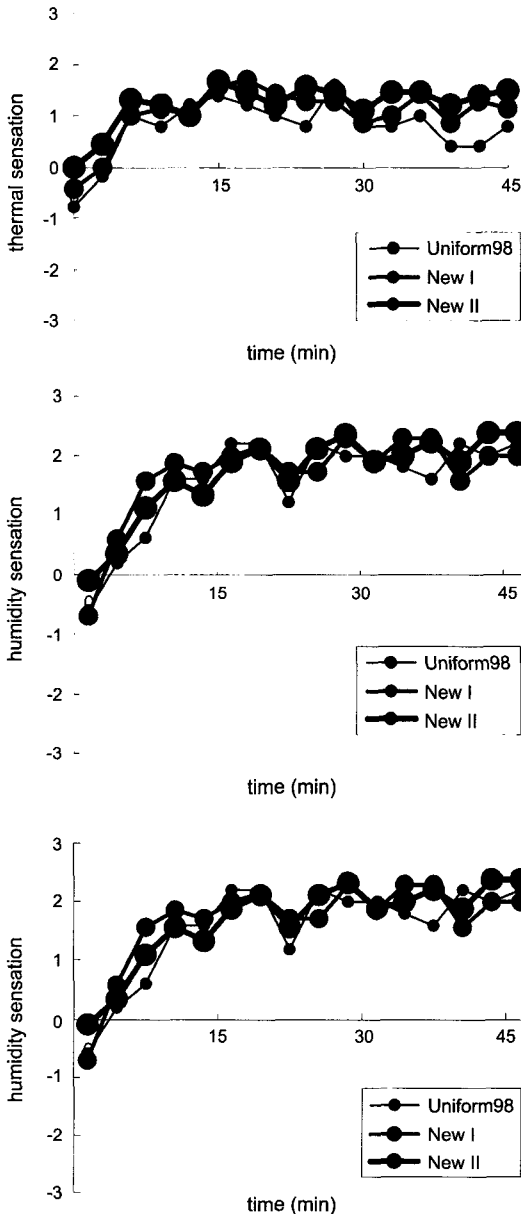


Fig. 7. Changes of Subjective Sensation(Climatic chamber test)

발한량에서 의복 간에 차이는 발견할 수 없었는데, 이는 환경 온도는 높을수록 체온이 높아져 발한률이 높아지지만, 소매길이가 다른 의복형태에 따라서는 발한량의 차이가 없다는 선행연구(김광희, 박기호, 1999)와 일치하는 결과였다. 또한, 염희경, 최정화(1992)도 고온 환경하에서 한 시간동안 안정 시 총발한량과 부위별 발한량이 소매길이와 바지 길이가 다른 의복형태에 따라서는 유의한 차이를 보이지 않았다고 하였다. 이와 같이 피복면적 차이가 큰 반 소매와 긴 소매, 반 바지와 긴 바지에 의해서도 발한량 차이가 나지 않았으므로, 본 연구에서 착용한 것처럼 동일한 디자인에 통기성 증대를 위해 겨드랑이 부위에 매쉬를 댄 것만으로는 발한량에 차이를 일으키는 힘들었던 것으로 생각된다.

6) 주관적 감각

주관적 감각에 대한 결과는 <Fig. 7>에 제시하였다. 한서 감각 조사 결과 운동 시작시 ‘보통이다’, ‘약간 서늘하다’에서 시작해서 운동과 함께 ‘약간 덥다’와 ‘덥다’로 변화했다. 습윤 감각 조사 결과도 ‘보통이다’, ‘약간 건조하다’에서 시작해서 운동으로 인해 발한이 증가하면서 ‘약간 습하다’와 ‘습하다’ 쪽으로 변화했다. 쾌적감 조사 결과는 ‘쾌적하다’에서 습윤감과 한서감의 변화로 인해 ‘불쾌하다’로 이동했다.

습윤감에 있어서는 소재 간에 유의한 차이가 없었으나, 한서감과 쾌적감에서는 착용 의복간에 차이가 나타나서, Uniform 98 착용 시 다른 두 의복에서보다 불쾌하게 느끼는 것으로 나타났다($p < .05$).

2. 필드 착용 실험 결과

1) 직장 온도

실험 의복별 직장 온도 변화는 <Fig. 9>과 같다. 직장 온도는 환경조건에 따라 큰 차이를 보이지 않는다(김광희 외, 1999)는 선행 연구와 일치하는 결과로, 피부 온도와는 달리 인공 기후실 실험결과와 범위에 있어서 큰 차이를 나타내지 않았다. 실험 의복별로 살펴보면, New I($38.0 \pm 0.4^\circ\text{C}$)이 Uniform 98($38.2 \pm 0.5^\circ\text{C}$), New II($38.2 \pm 0.4^\circ\text{C}$)보다 유의하게 낮은 심부 온 변화를 보였다($p < .001$).

기온 20°C 이상에서 최대 산소 섭취량 등의 25%이상의 운동을 실시할 경우 근육에서 세포 내로 열이동 즉, 근육의 높은 온도를 체내로 빼앗기는 현상이 나

타나며 고온 다습한 환경에서 강한 운동을 실시할 경우 직장온도가 계속 증가한다(Saltin et al., 1970). 축구 경기 중에는 땀의 증발에 의한 많은 양의 열 방출에도 불구하고 체온은 올라간다. 스웨덴 축구팀의 주전 선수의 경우 주위 온도가 20~25°C 사이일 때는 경기 후 직장 온도가 평균 39.5°C이었고 후보 선수인 경우는 그 평균치가 39.0°C에서 39.2°C 사이였으나, 어떤 경우에는 40°C가 넘었다(Ekblom, 1986). 본 실험은 이러한 실제 축구경기시의 직장 온도 범위보다는 낮은 범위를 나타냈는데, 이는 우선 실험시간이 45분으로 실제 축구경기의 반에 해당하는 시간이었으며, 운동 강도가 실제 경기보다는 낮았다는 점을 반영하는 것이다. Shepard(1968)는 운동 시 체온증가의 한계온도는 40~41°C이며, 이 한계를 넘으면 세포의 변성을 유발하여 생명에 위협을 초래할 수 있기 때문에 체온조절 기전에 의해 억제되고 있다고 하였다. 본 실험에서는 운동 시 심부 온도는 37~39°C를 나타냄으로써 열 적응 차원에서 적합한 수준이며, 특히 New I이 유의하게 낮은 심부 온도를 나타내 가장 쾌적한 열 적응 수준을 보여주었다.

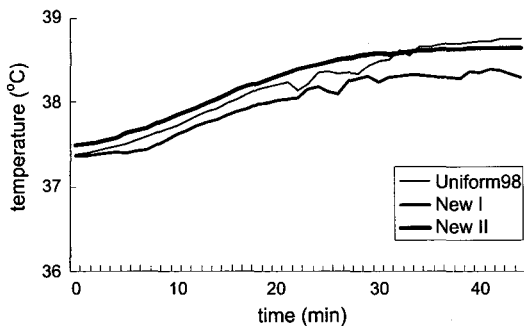


Fig. 8. Changes of Rectal Temperature(Field test)

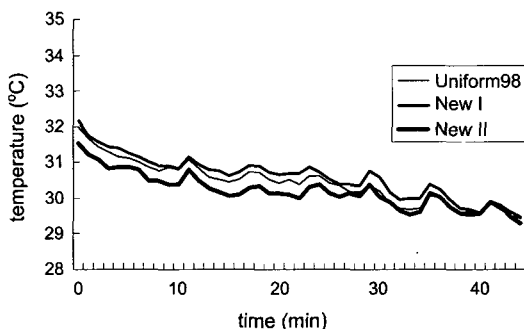


Fig. 9. Changes of Mean Skin Temperature(Field test)

2) 피부 온도

실험 의복별 평균 피부온도의 변화는 <Fig. 8>과 같다. 인공 기후실 실험과는 달리, 계속해서 평균 피부온도가 하강하는 경향을 보이는데, 이는 피부 온도가 무엇보다도, 환경온도의 영향을 많이 받게 되는데, 인공 기후실 실험의 환경 온도가 24°C인 것에 비해, 필드 실험의 환경 온도가 $18 \pm 2^\circ\text{C}$ 로 피부온도 보다 낮아서 전도나 대류에 의해서 체열을 제거할 수 있기 때문에 감소한 것과 인공 기후실보다 기류가 강하기 때문으로 보인다. 또한 운동 강도도 인공 기후실 실험에서보다 낮아 피부온도의 범위가 3°C가량 낮게 나타났다. 이 결과는 어느 옷의 경우에도 모두 직장 온도가 상승되는 심한 더위를 느껴 의복차가 상쇄되는 인공 기후실 실험 결과와는 달리 적절한 더위 속에서 소재 차이를 확인할 수 있었다. 의복에 따른 차이를 살펴보면, New II($30.2 \pm 0.5^\circ\text{C}$)가 Uniform 98($30.4 \pm 0.6^\circ\text{C}$), New I($30.6 \pm 0.6^\circ\text{C}$)보다 유의하게 낮은 평균 피부 온도를 나타냈다($p < .001$).

3) 의복내 기후

실험 의복별 가슴부위 의복내 온도와 습도를 <Fig. 10>에 제시하였다. 가슴부위 의복내 온도는 실험 의

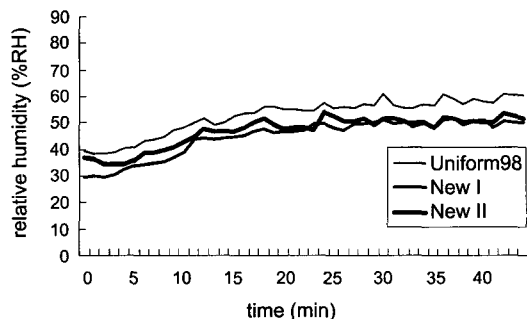
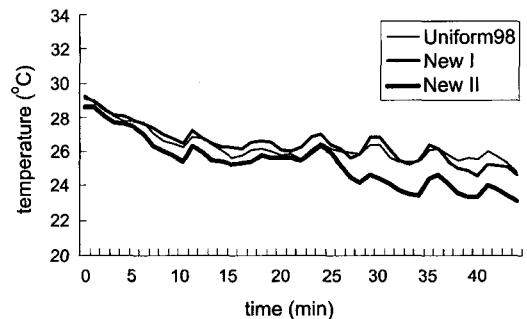


Fig. 10. Changes of Clothing Microclimate(Field test)

복별로 차이가 나서, New II(25.3±1.5°C)가 Uniform 98 (26.3±1.0°C), New I(26.4±1.1°C)보다 유의하게 낮았다($p<.0001$). 한편, 가슴부위 의복내 습도는 New I (45±7%RH)과 New II(47±6%RH)가 Uniform98(53±7%RH)보다 유의하게 낮게 나타났다($p<.001$).

의복내 온·습도를 뜻하는 의복내 기후란 인체를 둘러싼 가장 인접한 환경으로, 환경온도, 습도, 기류 등의 환경 요인, 착의량, 직물의 소재나 개구 등의 의복 요인, 기타 개인의 활동 수준이나 측정 부위의 개인 신체 구성 특징 등에 영향을 받는다. 인공 기후실 실험에서와 마찬가지로 본 실험에서 New I의 경우 의복내 습도가 가장 낮게 나온 것도 같은 이유에서, 겨드랑이 부분에 있는 망사조직으로 인해 통기성이 커서 의복내 환기량이 많아 의복내 온도의 상승이 억제되었고 인체의 피부면으로부터 배출된 발한의 증발이 다른 두 축구복에서 보다 원활히 이루어졌기 때문으로 해석된다.

4) 심박수

실험 의복별 심박수 변화는 <Fig. 11>과 같다. 심박수는 운동 중에는 운동의 강도 및 훈련효과를 평가할 수 있는 기준이다. 따라서 본 실험에서는 3각 패스, Running, shooting을 반복하는 동안 심박수는 상승과 하강을 반복하였으며, 그 범위는 98~147회/분이었다. 의복별 차이를 보면 실험실 실험에서와 마찬가지로

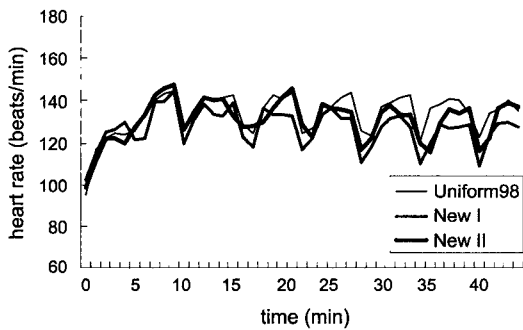


Fig. 11. Changes of Heart Rates(Field test)

New I이 Uniform 98, New II보다 유의하게 낮은 심박수를 보였다($p<.001$).

동일강도로 운동을 할 때 서로 다른 스포츠웨어를 착용함으로써 방열량에 차이가 있다면 더 많은 양의 혈액이 우심방으로 가서 동방결절의 작용을 촉진시키는 것도 차이가 나게 된다(남상남, 1994). 따라서 겨드랑이 부분에 망사조직을 대서 통풍성을 강화해서 방열량을 좀더 많게 디자인 한 New I에서 유의하게 낮은 심박수를 보인 것으로 생각된다.

5) 발한량

실험 의복에 따른 전신 발한량 및 가슴, 등, 위팔, 넓적다리의 국소 발한량 결과는 <Table 4>와 같다. 전신 발한량은 660±80g/45min, 등 부위 국소 발한량은 0.86±0.21mg/45min/25cm², 가슴 부위 국소 발한량은 0.67±0.08mg/45min/25cm², 위팔 부위 국소 발한량은 0.32±0.01mg/45min/25cm², 넓적다리의 국소 발한량은 0.44±0.03mg/45min/25cm²이었다.

발한은 체온상승과 비례하며, 부위에 따라서 차이가 생긴다. 일반적으로 개인차는 있지만, 단위 면적당으로는 사지보다는 몸통부위의 발한량이 많다는 선행 연구들(Araki, 1985; Drinkwater, 1982)과 일치하는 결과로, 본 실험에서도 등> 가슴> 위팔> 넓적다리의 순이었다.

발한량에서 실험의복에 따른 차이를 나타낸 부위는 등과 가슴 부위의 국소발한량으로, 각각 New I과 New II가 발한량이 낮은 경향을 보였다. 인공 기후실 실험에서와는 달리, 현장 실험에서 이러한 결과를 나타낸 것은 개발된 소재를 이용해서 제작된 New I과 New II의 경우 기류가 좀 더 강한, 실외 환경인 현장 적용시 우수한 통풍성을 보여주는 것으로 생각한다.

6) 주관적 평가

소재차이를 확인하기 위해 Uniform 98과 New II를 비교한 결과, 개발소재로 제작한 New II는 반복실험

Table 4. Total Body Weight Loss and Local Sweating(Climatic chamber test)

	Total body weight loss(g/45min)	Local sweating			
		Back (mg/45min/25cm ²)	Chest (mg/45min/25cm ²)	Upper arm (mg/45min/25cm ²)	Thigh (mg/45min/25cm ²)
Uniform 98	810±160	1.78±0.90	0.81±0.31	0.69±0.15	0.51±0.16
New I	810±160	1.70±0.49	0.83±0.20	0.71±0.09	0.63±0.14
New II	790±210	1.56±0.65	0.89±0.40	0.66±0.12	0.62±0.13

Table 5. Total Body Weight Loss and Local Sweating(Field test)

	Total body weight loss(g/45min)	Local sweating			
		Back (mg/45min/25cm ²)	Chest (mg/45min/25cm ²)	Upper arm (mg/45min/25cm ²)	Thigh (mg/45min/25cm ²)
Uniform98	630±100	1.02±0.26	0.75±0.21	0.32±0.10	0.45±0.17
New I	760±520	0.62±0.19	0.41±0.13	0.31±0.21	0.46±0.26
New II	610±150	0.94±0.33	0.59±0.17	0.33±0.17	0.40±0.11

과 세탁으로 인해 Uniform 98에 비해 직물의 태가 현저히 손상되었다. 피험자들은 반복세탁과 착용에도 형태유지능력이 뛰어난 Uniform 98을 더 선호하는 것으로 나타났다. 또한 운동 시 New II는 피부에 달라붙는 특성을 나타내 활동성이 떨어진다고 하였다. 따라서, 소재에서는 이런 부분을 보완하는 연구가 필요할 것이다.

디자인 차이를 보기 위한 New I와 New II의 비교 결과, 개발소재로 커버하지 못하는 방열량 증대를 위해 겨드랑이 부위에 망사조직인 메쉬를 댄 New I이 New II보다 더 시원한 느낌을 준다고 응답했다.

IV. 요약 및 결론

기능성 축구복 개발을 위한 연구의 일환으로, 선행 연구에서는 축구복에 관한 설문조사, 시장조사 등을 실시하였다. 본 연구에서는 그 결과를 바탕으로 흡수성, 촉감, 통기성 등의 성능을 향상시킨 새로운 소재를 이용하여 축구복을 제작하였다. 기존의 국가대표 선수 유니폼(Uniform 98)과 동일한 디자인(New II)으로 그 소재의 성능을 평가하고자 하였으며, 통풍성을 높이고자 겨드랑이 부위에 망사조직을 댄 축구복(New I)을 제작하여, 디자인의 성능을 평가하고자 하였다. 인공기후실 실험과 필드 실험을 통해 피부 온도, 직장 온도, 의복내 온습도, 발한량, 심박수를 측정 한 결과, 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 인공기후실 실험 결과는 다음과 같다.

평균 피부 온도는 New I이 Uniform 98, New II보다 낮았고, 직장 온도는 New I, II가 Uniform 98보다 낮았다. 의복내 온도는 Uniform 98<New I<New II의 순으로, 의복내 습도는 New I<Uniform 98<New II의 순으로 나타났다. 심박수는 New I이 New II보다는 낮았으며, 발한량은 의복별 차이를 발견할 수 없었다.

2. 필드 실험 결과는 다음과 같다.

평균 피부 온도는 New II가 Uniform 98, New I보

다 낮게 나타났다. 직장 온도는 New I이 Uniform 98, New II보다 낮게 나타났다. 의복내 온도는 New II가 Uniform 98, New I 보다 낮게 나타났고, 의복내 습도는 New I, II가 Uniform 98 보다 낮게 나타났다. 심박수는 New I이 Uniform 98, New II보다 낮게 나타났으며, 발한량은 New I과 New II가 낮은 경향을 보였다.

이상으로 디자인은 동일하지만 흡한 속건 가공을 한 소재를 이용하여 제작한 New II가 기존의 축구복 소재보다 필드실험 시 우수한 체온조절 반응을 보인 것으로 판단할 수 있으며, 소재는 동일하지만 겨드랑이 부분에 망사조직을 처리한 New I이 New II보다 디자인 변화를 통해 통기성이 높아졌음을 확인할 수 있었다. 즉, 흡한 속건 소재로 겨드랑이에 망사조직을 처리한 축구복이 가장 우수하다고 할 수 있다. 그러나 본 연구에서 실험환경은 봄, 가을의 환경온도에 맞춘 것으로 30°C 이상의 고온인 여름철 환경에 대해서는 추가의 연구가 필요하다고 생각한다.

이상의 결론으로부터 다음과 같이 제언하고자 한다. 월드컵 이후로 축구인구의 수는 더욱 많아졌고, 축구가 국민 건강에 미치는 긍정적인 역할을 고려할 때 앞으로도 다양한 축구복에 대한 요구를 충족시켜 줄 수 있는 연구가 계속되어야 할 것이며, 축구인구의 다양화에 맞추어 여성용 축구복, 어린이용 축구복 등에 대한 개발도 필요할 것이다. 또한 국제 스포츠에서 축구의 인지도를 생각할 때 한국의 이미지를 나타낼 수 있는 축구복 디자인을 통해서 세계인들에게 한국을 좀 더 알릴 수 있도록 하는 디자인에 대한 연구도 반드시 필요하다고 생각한다.

참고문헌

- 권오경, 김태규. (1995). 의복 착용 시스템이 인체의 생리적 반응 및 열적 쾌적성에 미치는 영향. *한국온열환경학회지*, 2(3), 165-1775.
- 김광희, 박기호. (1999). 기온변화와 운동복형태와 운동 중 인체에 미치는 영향. *한국생활환경학회지*, 6(2), 52-57.
- 김미희. (2001). *스포츠웨어의 온열적 기능 향상을 위한 고*

- 찰. 서울대학교 석사학위 논문.
- 김민자, 박주희. (2002). 한국적 이미지의 축구유니폼 디자인 개발에 관한 연구. *복식*, 52(4), 125-139.
- 김용권, 진영수, 전태원, 정성태. (2000). 프로신인축구선수의 체력특성 연구. *대한스포츠 의학회지*, 18(1), 83-91.
- 남상남. (1994). 60% VO₂ max 수준 운동시 스포츠웨어 재질에 따른 심박수와 직장온도 변화. *한국인간온열환경학회지*, 1(1), 23-29.
- 남상남. (1995). 60% VO₂ max 수준 운동시 평균피부온도와 직장온도 변화. *한국인간온열환경학회지*, 2(2), 83-88.
- 이광배, 송민규. (1994). 스포츠웨어의 소재에 따른 열적 쾌적성에 관한 연구. *한국섬유공학학회지*, 31(8).
- 이미경, 류숙희. (1998). 에어로빅복의 소재 차이에 따른 착용감에 관한 연구. *한국의류학회지*, 22(1), 116-126.
- 이병일. (1997). 남·녀 축구선수의 체력에 관한 비교 연구. 단국대학교 대학원 석사학위 논문.
- 이영숙, 안태환. (1991). 운동복의 기능성과 쾌적성에 관한 연구. *한국의류학회지*, 15(2), 127-138.
- 조지현, 류덕환. (1999). 유산소 운동시 투습방수소재 스포츠웨어의 소재별 인체생리반응과 쾌적감. *한국생활환경학회지*, 6(2), 36-44.
- 최정화. (2000). 기능성 스포츠웨어 산업활성화를 위한 기초 연구 -축구복, 태권도복, 수영복, 골프웨어, 에어로빅복, 땀복을 중심으로-. 과학재단 특정기초 연구 제 1차 중간 보고서.
- 추미선. (1998). 등은 환경하에서 개구부를 통한 의복의 환기 효율. *복식문화연구*, 6(4), 229-237.
- 홍문경, 이미식, 권계화, 전정애. (2001). 청바지의 소재별 쾌적감에 관한 연구. *한국의류학회지*, 25(2), 237-248.
- Araki, T., Matsushita, K., Inoue, Y. & Nakao, M. (1985). Effects of clothing on regulation difference in exercise-induced sweating. *Hyogo J. Phys. Educ.*, 14, 55-59.
- Bangsbo, J. (1993). *The physiology of soccer; with special reference to intense intermittent Exercise*. Stockholm: ACTA PHYSIOLOGYCA SCANDINAVICA.
- Eklblom, B. (1986). Applied physiology of soccer. *Sports Med.*, 3, 50-60.
- Saltin, B., Gage, A. P. & Stolwijk, J. A. J. (1970). Body temperatures and sweating during thermal transients caused by exercise. *J. Appl. Physiol.*, 28, 318-327.